

単一有機分子内の遷移双極子モーメント測定に向けた 極低温超高真空-光誘起力顕微鏡の開発

Development of Low temperature ultrahigh vacuum-Photoinduced Force Microscopy

阪大院工 °山本 達也 合田 公平 王 佳浩 菅原 康弘

Osaka Univ. °Tatsuya Yamamoto, Kouhei Gouda, Janhao Wang, Yasuhiro Sugawara

E-mail: u054349j@ap.eng.osaka-u.ac.jp

光誘起力顕微鏡(PiFM)は、光によって誘起される探針と試料間の双極子-双極子相互作用力を測定することで、分子の電子遷移に由来する遷移双極子をナノスケールの空間分解能で観測することができる。しかし、これまで単一の有機分子の遷移双極子を画像化されたことはない。これはほとんどの PiFM による測定は大気環境下で行われており、カンチレバーの Q 値が低く、単一有機分子を測定するための力検出感度が十分ではないためである。十分な Q 値を得るためには、極低温・超高真空環境下での PiFM 測定を行う必要がある。

本研究では、単一有機分子の遷移双極子測定に向けて、極低温・超高真空環境下で測定可能な PiFM 装置を開発した。図 1 は、開発した極低温超高真空 PiFM の概念図である。超高真空のチャンバー内に原子間力顕微鏡(AFM)ユニットがあり、光でこの方式によってカンチレバーの振動を測定する。また、AFM ユニット直下にクライオスタットがあり、ユニットを He 温度まで冷却することができる。XYZ 移動可能ステージに取り付けられたレンズがあり、チャンバー外部から入射したレーザーを探針に集光、照射する。レーザー光源の波長は 400nm-600nm まで可変であり、EO 振幅変調器によってレーザー振幅を変調する。カンチレバーは金コートされたもの、基板は Ag(001)を用いて、探針-試料間の真空ギャップによって電場を増強する。

また、有機分子が Ag 基板と混成軌道を作らないようにするためには、Ag 基板の上に絶縁体薄膜を作製する必要がある。本研究では Ag(001)基板上に MgO 薄膜を作製するための条件探索も行った。図 2 は 500°C に加熱された Ag(001)基板上に、酸素雰囲気下(1×10^{-7} Torr)で Mg を蒸着した表面を AFM で観測した全体像と原子分解能像である。ステップ高さ 210pm、隣接原子間距離 410pm であったため、MgO 薄膜ができていることを確認することができた。

